

## MULTIPLE FREQUENCY ANTENNA

**Publication number: JP11150415**

**Publication date:** 1999-06-02

**Inventor:** AMANO TAKASHI; IWASAKI HISAO; CHIBA NORIMICHI

**Applicant:** TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

**Classification:**

- international: *H01Q21/30; H01Q1/24; H01Q5/01; H01Q5/02; H01Q9/36; H01Q9/40; H01Q13/08; H01Q21/30; H01Q1/24; H01Q5/00; H01Q9/04; H01Q13/08; (IPC1-7): H01Q13/08; H01Q1/24; H01Q5/02; H01Q9/36; H01Q21/30*

**- european:**

**Application number:** JP19970314151 19971117

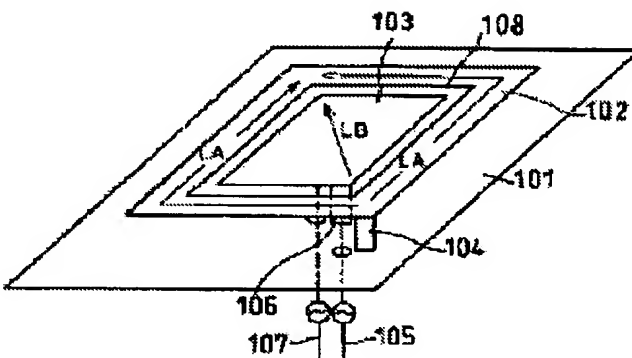
**Priority number(s):** JP19970314151 19971117

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP11150415

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a multiple frequency antenna which is small in size, thin in thickness and used in a built-in antenna of a radio portable terminal.

**SOLUTION:** A second radiation conductor 103 which resonates at a frequency different from that of a first radiation conductor 102 is placed in the inside of a notch 108 of the first radiation conductor 102 having a notch 108. Thus, the multiple frequency antenna small in size and small in thickness is realized, without increasing a mount area/volume by more than that of a single-frequency inverted-F antenna which is used conventionally.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-150415

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月2日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 Q 13/08

H 0 1 Q 13/08

1/24

1/24

Z

5/02

5/02

9/36

9/36

21/30

21/30

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-314151

(22) 出願日 平成9年(1997)11月17日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 天野 隆

東京都日野市旭が丘3丁目1番地の1 株  
式会社東芝日野工場内

(72) 発明者 岩崎 久雄

東京都日野市旭が丘3丁目1番地の1 株  
式会社東芝日野工場内

(72) 発明者 千葉 典道

東京都日野市旭が丘3丁目1番地の1 株  
式会社東芝日野工場内

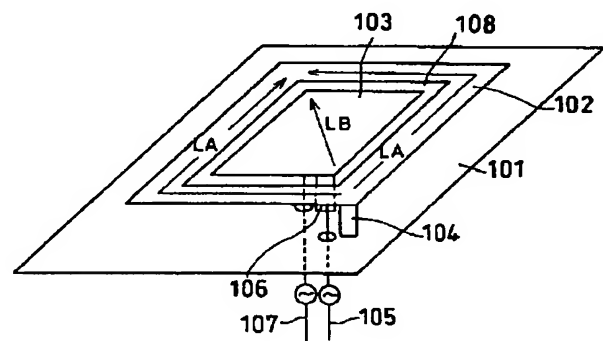
(74) 代理人 弁理士 外川 英明

(54) 【発明の名称】 多周波アンテナ

(57) 【要約】

【課題】 無線携帯端末の内蔵アンテナ等に使用される小型且つ薄型の多周波アンテナを提供する。

【解決手段】 切欠き108を有する第1の放射導体102の切欠き108の内部に、この第1の放射導体102と異なる周波数で共振する第2の放射導体103を配置する。これにより、一般的に用いられている単周波逆Fアンテナに比べて、実装面積、実装体積を共に増大することなく、小型且つ薄型の多周波アンテナを実現することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】切欠きを有する逆 F アンテナからなる第 1 のアンテナと、この第 1 のアンテナと異なる周波数で共振する第 2 のアンテナとを具備し、前記第 2 のアンテナが、前記第 1 のアンテナの切欠きの内部に配置されることを特徴とする多周波アンテナ。

【請求項 2】前記第 2 のアンテナが逆 F アンテナであることを特徴とする請求項 1 に記載の多周波アンテナ。

【請求項 3】前記第 2 のアンテナが切欠きを有するものであることを特徴とする請求項 2 に記載の多周波アンテナ。

【請求項 4】前記第 2 のアンテナの切欠きの内部に、第 3 のアンテナが配置されることを特徴とする請求項 3 に記載の多周波アンテナ。

【請求項 5】前記第 3 のアンテナが逆 F アンテナであることを特徴とする請求項 4 に記載の多周波アンテナ。

【請求項 6】前記第 2 のアンテナが線状アンテナであることを特徴とする請求項 1 に記載の多周波アンテナ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主として携帯電話などの小型、薄型の無線端末の内蔵アンテナとして利用されている逆 F アンテナを、2 つ以上のシステムに適用できるようにした多周波アンテナに関する。

## 【0002】

【従来の技術】逆 F アンテナは、携帯電話に代表される小型、薄型の無線端末の内蔵アンテナとして、優れた特性を有している。この逆 F アンテナを用いて、2 つ以上のシステムに適用できるように、異なる周波数帯域を共に送受信可能な多周波アンテナを構成しようとする場合、図 23 及び図 24 に示すような構成が知られている。

【0003】図 23 に示した構成は、それぞれ異なった共振周波数を有する逆 F アンテナ 232、233 を共平面 231 上に隣接して構成した例である。この構成の場合、2 つの逆 F アンテナ 232、233 を実装する面積が大きくなるという問題がある。

【0004】また、図 24 に示した構成は、それぞれ異なった共振周波数を有する逆 F アンテナ 242、243 を共平面 241 上に上下に積み重ねて構成した例であるが、この構成の場合、2 つの逆 F アンテナ 242、243 を実装する部分の高さ、体積が大きくなるという問題がある。

【0005】このように、従来の多周波逆 F アンテナの構成では、実装面積、実装体積が大きくなるといった問題があり、無線端末の軽薄短小化を妨げる要因となっている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の多周波逆 F アンテナの構成においては、単周波数の逆 F

ンテナに比べて、実装面積、実装体積が大きくなるといった問題点があった。本発明は、上記のような従来技術の欠点を解決し、単周波数の逆 F アンテナに比べて、実装面積、実装体積の増大を必要としない多周波アンテナを提供することを目的とするものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係る多周波アンテナは、切欠きを有する逆 F アンテナからなる第 1 のアンテナと、この第 1 のアンテナと異なる周波数で共振する第 2 のアンテナとを具備し、第 2 のアンテナが、第 1 のアンテナの切欠きの内部に配置されることを特徴とする。

【0008】このような構成とすることにより、一般的に用いられている単周波逆 F アンテナに比べて、実装面積、実装体積を共に増大することなく、小型且つ薄型の多周波アンテナを実現することが可能となる。

【0009】ここで、第 2 のアンテナが逆 F アンテナであってもよい。さらに、この第 2 のアンテナが切欠きを有するものであってもよい。さらにまた、この第 2 のアンテナの切欠きの内部に、第 3 のアンテナが配置されてもよい。

【0010】このように、さらに第 3 のアンテナを配置することにより、3 つの周波数で共振する小型且つ薄型の多周波アンテナが実現できる。そして、この第 3 のアンテナが逆 F アンテナであってもよい。また、第 2 のアンテナが線状アンテナであってもよい。

## 【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施形態について詳細に説明する。本発明の実施形態を説明するにあたって、まず逆 F アンテナの共振周波数について説明する。

【0012】図 25 は、逆 F アンテナの一般的な構成を示している。接地された接地導体板 251 上に、放射導体 252 が設置され、この放射導体 252 は短絡板 253 によって接地導体板 251 に接続され、給電線 254 は図示しない送受信回路に接続されている。放射導体 252 は、図中 L1 の長さが約  $\lambda/4$  ( $\lambda$  は波長) となる周波数で共振することが知られている、また、図 26 は、逆 F アンテナの小型化の一例を示している。接地された接地導体板 261 上には、切欠き (スロット) 262 を有する放射導体 263 が設置され、前記放射導体 263 は、短絡板 264 によって前記接地導体板 261 に接続され、また給電線 265 によって図示しない送受信回路に接続されている。前記放射導体 263 は図中 (L2 + L3) の長さが約  $\lambda/4$  ( $\lambda$  は波長) となる周波数で共振する。この切欠き付逆 F アンテナは、図 25 に示した一般的な逆 F アンテナに比べて、小さい実装面積で、同じ周波数で共振する逆 F アンテナを実現している。

【0013】本発明の実施形態に係る多周波アンテナ

は、図 26 に示した切欠き付逆 F アンテナの切欠き部分に、切欠き付逆 F アンテナと異なる周波数で共振する別のアンテナ例えば逆 F アンテナを配置した構成である。このように構成することにより、外側の切欠き付逆 F アンテナはその外周の半分の長さを約  $\lambda/4$  ( $\lambda$  は波長) とする周波数で共振し、切欠き部分に配置された第 2 のアンテナが逆 F アンテナである場合は、その対角の長さを約  $\lambda/4$  とする周波数で共振するので、一般的に用いられている単周波逆 F アンテナに比べて、実装面積、実装体積を共に増大することなく、多周波アンテナを実現することが可能となる。

【0014】(第 1 の実施形態) 本発明に係る多周波アンテナの第 1 の実施形態について説明する。第 1 の実施形態の概略構成を図 1 に示す。

【0015】同図において、接地された接地導体板 101 上には、前述の如く切欠き (スロット) 108 を有することで小型化された第 1 の放射導体 102 が設置され、また、切欠き 108 内には、第 2 の放射導体 103 が設置されている。第 1 の放射導体 102 は、第 1 の短絡板 104 によって接地導体板 101 と接続され、また第 1 の給電線 105 によって、図示しない第 1 の送受信回路に接続されている。同様に第 2 の放射導体 103 は、第 2 の短絡板 106 によって、接地導体板 101 と接続され、また第 2 の給電線 107 によって、図示しない第 2 の送受信回路に接続されている。

【0016】このように構成することにより、第 1 の放射導体 102 は図中 LA の長さが約  $\lambda/4$  ( $\lambda$  は波長) となる周波数 A で共振し、第 2 の放射導体 103 は図中 LB の長さが約  $\lambda/4$  となる周波数 B で共振する小型且つ薄型の多周波逆 F アンテナが実現できる。

【0017】実装面積の上では、周波数 A で共振するアンテナを実現するための実装面積と同等であり、実装高さ (体積) の上でも周波数 A で共振するアンテナを実現するための実装高さ (体積) と同等であるので、図 23、図 24 で示した従来の多周波逆 F アンテナに比べて小型、薄型化を実現している。即ち周波数 B で共振させるために新たに面積並びに体積の増加を必要としない構成である。

【0018】図 2 は、この第 1 の実施形態の多周波逆 F アンテナを動作させた場合の第 1 の放射導体 102、第 2 の放射導体 103 それぞれの共振特性 201、202 を示している。

【0019】(第 2 の実施形態) 次に、本発明に係る多周波アンテナの第 2 の実施形態について説明する。第 2 の実施形態の概略構成を図 3 に示す。

【0020】同図において、接地された接地導体板 301 上には、前述の如く切欠き 308 を有することで小型化された第 1 の放射導体 302 が設置され、また切欠き 308 内には、同様に切欠き 309 を有することで小型化された第 2 の放射導体 303 が設置されている。第 1

の放射導体 302 は、第 1 の短絡板 304 によって接地導体板 301 と接続され、また第 1 の給電線 305 によって、図示しない第 1 の送受信回路に接続されている。同様に第 2 の放射導体 303 は、第 2 の短絡板 306 によって、接地導体板 301 と接続され、また第 2 の給電線 307 によって、図示しない第 2 の送受信回路に接続されている。

【0021】このように構成することにより、周波数 B で共振する第 2 の放射導体 303 を小型化できるので、同じ実装面積で放射導体が共振する周波数を低くすることができる。図 4 は、この第 2 の実施形態の多周波逆 F アンテナを動作させた場合の第 1 の放射導体 302、第 2 の放射導体 303 それぞれの共振特性 401、402 を示している。

【0022】(第 3 の実施形態) 次に、本発明に係る多周波アンテナの第 3 の実施形態について説明する。第 3 の実施形態の概略構成を図 5 に示す。

【0023】同図において、接地された接地導体板 501 上には、前述の如く切欠き 508 を有することで小型化された第 1 の放射導体 502 が設置され、また、切欠き 508 内には、同様に切欠き 509 を有することで小型化された第 2 の放射導体 503 が設置され、更に、前記切欠き 509 内には、第 3 の放射導体 510 が設置されている。

【0024】第 1 の放射導体 502 は、第 1 の短絡板 504 によって接地導体板 501 と接続され、また第 1 の給電線 505 によって、図示しない第 1 の送受信回路に接続されている。同様に第 2 の放射導体 503 は、第 2 の短絡板 506 によって、接地導体板 501 と接続され、また第 2 の給電線 507 によって、図示しない第 2 の送受信回路に接続されている。

【0025】更に、第 3 の放射導体 510 は、第 3 の短絡板 511 によって接地導体板 501 と接続され、また第 3 の給電線 512 によって、図示しない第 3 の送受信回路に接続されている。

【0026】このように構成することにより、3 つの周波数 A、B、C で共振する小型且つ薄型の多周波逆 F アンテナが実現できる。図 6 は、この第 3 の実施形態の多周波逆 F アンテナを動作させた場合の複共振特性を示している。同図において、601、602、及び 603 は、それぞれ第 1 の放射導体 502、第 2 の放射導体 503 及び第 3 の放射導体 510 の共振特性を示す。なお、図示はしないが、同様にして、4 つの周波数、5 つの周波数で共振する小型且つ薄型の多周波逆 F アンテナが実現できる。

【0027】(第 4 の実施形態) 次に、本発明に係る多周波アンテナの第 4 の実施形態について説明する。この第 4 の実施形態は、いずれも第 1 の放射導体において小型化のために設けられた切欠きの内部に、線状の第 2 の放射導体を設置した多周波アンテナである。

【0028】第4の実施形態の概略構成を図7乃至図9に示す。図7(a)は線状放射導体として、線状逆Fアンテナ703を第1の放射導体701の切欠き702内に設置した場合である。また同図(b)は同じく線状逆Fアンテナ703を第1の放射導体701の切欠き702内に、切欠き702の対角線に沿って設置した場合である。

【0029】なお、図7(a)及び(b)の線状逆Fアンテナ703を、線状ダイポールアンテナに代えてもよい。次に図8は線状スパイラルアンテナ803を第1の放射導体801の切欠き802内に設置した場合であり、図9は折り畳まれた線状ダイポールアンテナ903を第1の放射導体901の切欠き902内に設置した場合である。このように、本発明の多周波アンテナは、切欠き内に線状素子を設置することでも実現できる。

【0030】(第5の実施形態)次に、本発明に係る多周波アンテナの第5の実施形態について説明する。第5の実施形態の概略構成を図10に示す。

【0031】この第5の実施形態は、外側の放射導体と内側の放射導体それぞれの給電線並びに短絡板の位置関係を変えたものである。図10(a)は、外側の第1の放射導体1001と内側の第2の放射導体1002の、それぞれの給電線1003、1005、並びに短絡板1004、1006の位置関係を変えて、放射導体1001、1002上に誘起される電流分布を調整したものである。このように電流分布を調整することにより、第1の放射導体1001と第2の放射導体1002のアイソレーション特性が良い多周波逆Fアンテナを実現したものである。

【0032】図10(b)は、第1の放射導体1001と第2の放射導体1002の偏波が直交するように、それぞれの給電線1003、1005、並びに短絡板1004、1006の位置を定めることにより、第1の放射導体1001と第2の放射導体1002のアイソレーション特性が良い多周波逆Fアンテナを実現したものである。このようにして、2つの送受信回路間のアイソレーション特性が良好な端末を実現することも可能である。

【0033】(第6の実施形態)次に、本発明に係る多周波アンテナの第6の実施形態について説明する。第6の実施形態の概略構成を図11及び図12に示す。

【0034】図11は、第1及び第2の放射導体1101、1102のうちの一方の放射導体を無給電としたもので、同図(a)は内側の放射導体1102を無給電とした場合、同図(b)は外側の放射導体1101を無給電とした場合である。

【0035】同図(a)の場合、内側の放射導体1102は外側の放射導体1101との結合によって励振され、無給電素子として動作する。一方、同図(b)の場合、外側の放射導体1101は、内側の放射導体1102との結合によって励振され、無給電素子として動作す

る。

【0036】図12の(a)及び(b)に示すものは、無給電素子である第2の放射導体1201に接続される短絡板1202の位置を変えることで、第2の放射導体1201上の電流分布を調節したり、放射パターンなどを制御した場合の例である。

【0037】また、一般的にマイクロストリップアンテナは狭帯域であり、広帯域化のための数々の試みが為されているが、本多周波逆Fアンテナの場合、前述の無給電素子の共振周波数を主放射素子の共振周波数に近接するように設計することで複共振逆Fアンテナとし、広帯域化を図ることも可能である。

【0038】(実施例)次に、本発明の具体的な実施例について説明する。この実施例のアンテナは、図13に示す形状(寸法)の多周波逆Fアンテナとする。なお、同図(a)は平面図、同図(b)は側面図である。またこの実施例のアンテナの放射パターンの解析のための座標系を図14に示す。

【0039】この実施例のアンテナの特性を電磁界解析(モーメント法)を用いて解析した場合の各アンテナの給電点での反射特性を図15に示す。この実施例では、GSMとPHSの2つのシステムを送受信可能なデュアルモード端末の内蔵アンテナを想定して、GSMの無線周波数800MHz帯とPHSの無線周波数1.9GHz帯とを共に送受信可能な多周波逆Fアンテナを実現している。

【0040】図15より本アンテナが800MHz帯と1.9GHz帯の2つ周波数帯で共振していることがわかる。図16は、800MHz帯における水平面放射パターンの解析結果を示している。図17及び図18は800MHz帯における垂直面放射パターン(図14に示す座標系の $\phi=0$ 度、90度)の解析結果を示している。

【0041】図19は1.9GHz帯における水平面放射パターンの解析結果を示している。図20及び図21は1.9GHz帯における垂直面放射パターン(図14に示す座標系の $\phi=0$ 度、90度)の解析結果を示している。

【0042】800MHz帯、1.9GHz帯共に、水平面無指向性のパターンが得られていることがわかる。このように本多周波逆Fアンテナの構成をとることにより、小型且つ薄型の各種デュアルモード端末の内蔵アンテナを容易に実現することができる。

【0043】次に、図22は、図13に示した多周波逆Fアンテナにおいて、PHSの無線周波数帯域を狭帯域化した例である。なお、同図(a)は平面図、同図(b)は側面図である。

【0044】このように、PHS用の逆Fアンテナ2202の高さをGSM用の切欠き付逆Fアンテナ2201の高さに比べて低くすることにより、狭帯域化を図るこ

とができる。

【0045】（変形例）以上本発明の実施形態及び具体的実施例について説明したが、これらの多周波逆Fアンテナは、それぞれのアンテナの接地導体からの高さを調節することにより、それぞれの無線周波数帯域幅を別々に調節することも可能である。即ちアンテナの接地導体からの高さを低くすることにより、狭帯域化を図ることができる。

【0046】更に、外側の放射導体と接地導体の間の誘電率と、内側の放射導体と接地導体の間の誘電率を変え

ることによって、共振周波数や帯域幅などを調節することも可能である。即ち、誘電率を大きくすることにより、共振周波数を低くし、帯域幅を狭くすることができる。

【0047】なお、これらの多周波逆Fアンテナは給電

点の位置を放射導体のエッジ付近に限定する必要はなく、給電位置を調節することで、送受信回路との整合をとることも可能である。また、短絡板の幅も限定する必要もなく、短絡板の幅を調節することで、共振周波数や放射パターン等を任意に決めることも可能である。

【0048】

【発明の効果】本発明によれば、一般的に用いられている単周波逆Fアンテナに比べて、実装面積、実装体積を共に増大することなく、小型、薄型の多周波アンテナを容易に実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る多周波アンテナの第1の実施形態の概略構成を示す斜視図。

【図2】 第1の実施形態における共振特性を説明するための図。

【図3】 本発明に係る多周波アンテナの第2の実施形態の概略構成を示す斜視図。

【図4】 第2の実施形態における共振特性を説明するための図。

【図5】 本発明に係る多周波アンテナの第3の実施形態の概略構成を示す斜視図。

【図6】 第3の実施形態における共振特性を説明するための図。

【図7】 本発明に係る多周波アンテナの第4の実施形態の概略構成を示す斜視図。

【図8】 本発明に係る多周波アンテナの第4の実施形態の概略構成を示す斜視図。

【図9】 本発明に係る多周波アンテナの第4の実施形態の概略構成を示す斜視図。

【図10】 本発明に係る多周波アンテナの第5の実施形態の概略構成を示す斜視図。

【図11】 本発明に係る多周波アンテナの第6の実施形態の概略構成を示す斜視図。

【図12】 本発明に係る多周波アンテナの第6の実施形態の概略構成を示す斜視図。

【図13】 本発明に係る多周波アンテナの実施例の構成を示す平面図及び側面図。

【図14】 図13に示す実施例のアンテナの放射パターンの解析のための座標系を示す図。

【図15】 図13に示す実施例のアンテナの反射特性を示す図。

【図16】 図13に示す実施例のアンテナの、800 MHz帯における水平面放射パターンの解析結果を示す図。

【図17】 図13に示す実施例のアンテナの、800 MHz帯における垂直面放射パターン（ $\phi = 0$ 度）の解析結果を示す図。

【図18】 図13に示す実施例のアンテナの、800 MHz帯における垂直面放射パターン（ $\phi = 90$ 度）の解析結果を示す図。

【図19】 図13に示す実施例のアンテナの、1.9 GHz帯における水平面放射パターンの解析結果を示す図。

【図20】 図13に示す実施例のアンテナの、1.9 GHz帯における垂直面放射パターン（ $\phi = 0$ 度）の解析結果を示す図。

【図21】 図13に示す実施例のアンテナの、1.9 GHz帯における垂直面放射パターン（ $\phi = 90$ 度）の解析結果を示す図。

【図22】 本発明に係る多周波アンテナの他の実施例の構成を示す平面図及び側面図。

【図23】 従来の横置き型多周波逆Fアンテナの概略構成を示す斜視図。

【図24】 従来の縦積み型多周波逆Fアンテナの概略構成を示す斜視図。

【図25】 逆Fアンテナの一般的な構成を示す斜視図。

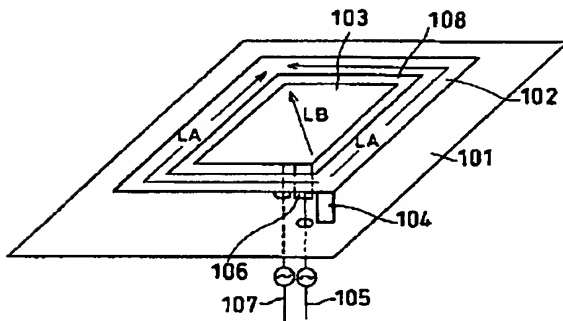
【図26】 小型化された逆Fアンテナの一例の構成を示す斜視図。

【符号の説明】

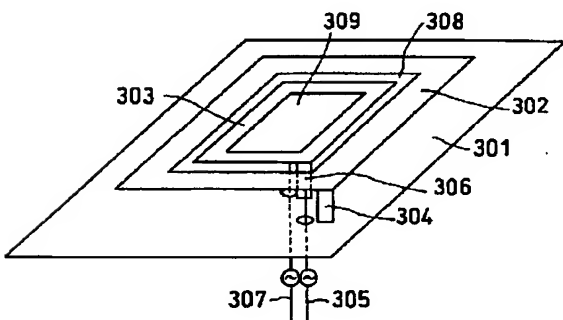
101…接地導体板  
102…第1の放射導体  
103…第2の放射導体  
104…第1の短絡板  
105…第1の給電線  
106…第2の短絡板  
107…第2の給電線  
108…切欠き  
301…接地導体板  
302…第1の放射導体  
303…第2の放射導体  
304…第1の短絡板  
305…第1の給電線  
306…第2の短絡板  
307…第2の給電線

308、309…切欠き  
 501…接地導体板  
 502…第1の放射導体  
 503…第2の放射導体  
 504…第1の短絡板  
 505…第1の給電線  
 506…第2の短絡板  
 507…第2の給電線  
 508、509…切欠き  
 510…第3の放射導体  
 511…第3の短絡板  
 512…第3の給電線  
 701…第1の放射導体  
 702…切欠き  
 703…線状逆Fアンテナ  
 801…第1の放射導体  
 802…切欠き  
 803…線状スパイラルアンテナ  
 901…第1の放射導体  
 902…切欠き  
 903…折り畳まれた線状ダイポールアンテナ  
 1001…第1の放射導体

【図1】

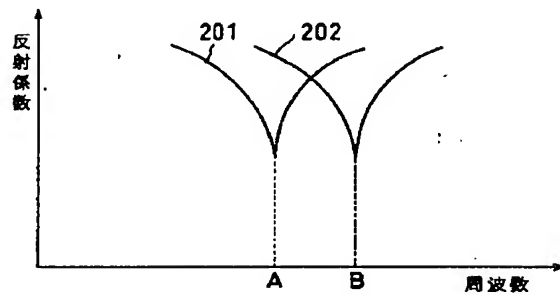


【図3】

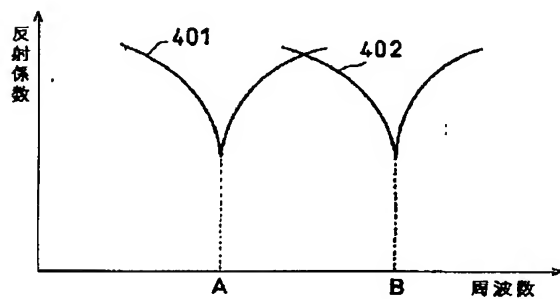


1002…第2の放射導体  
 1003、1005…給電線  
 1004、1006…短絡板  
 1101…第1の放射導体  
 1102…第2の放射導体  
 1201…第2の放射導体  
 1202…短絡板  
 2202…PHS用の逆Fアンテナ  
 2201…GSM用の切欠き付逆Fアンテナ  
 231…共平面  
 232、233…逆Fアンテナ  
 241…共平面  
 242、243…逆Fアンテナ  
 251…接地導体板  
 252…放射導体  
 253…短絡板  
 254…給電線  
 261…接地導体板  
 262…切欠き  
 263…放射導体  
 264…短絡板  
 265…給電線

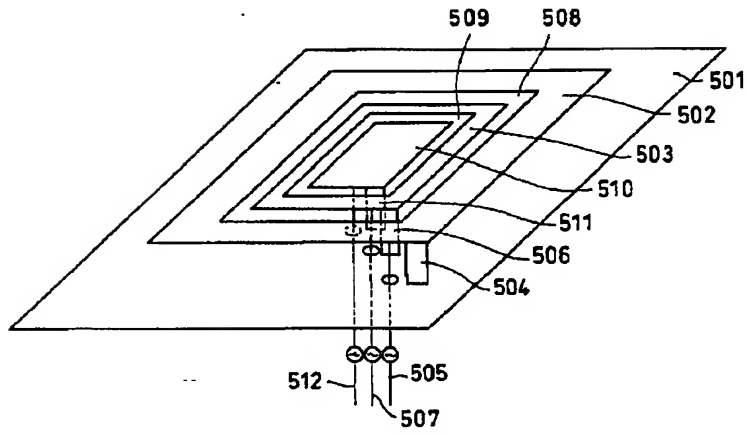
【図2】



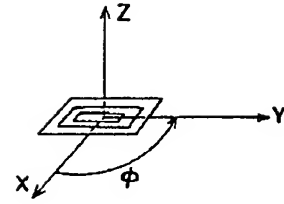
【図4】



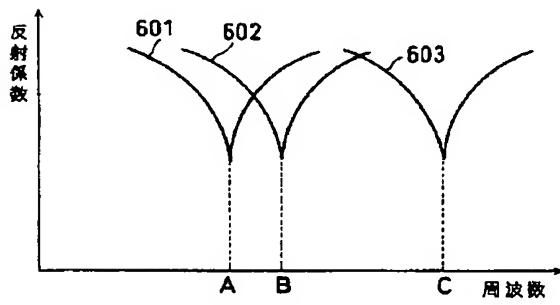
【図 5】



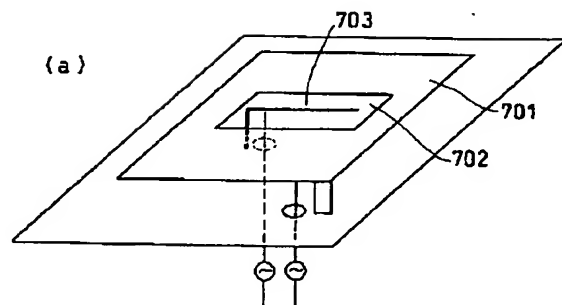
【図 14】



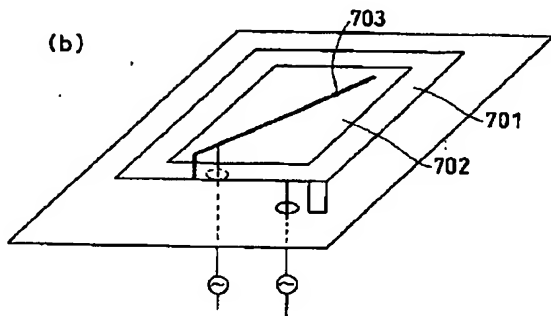
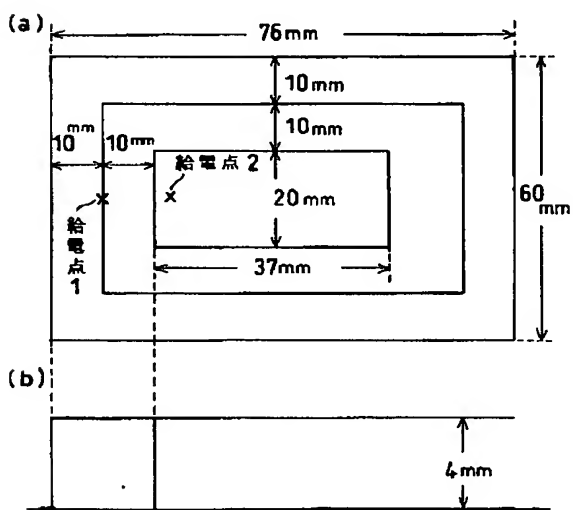
【図 6】



【図 7】

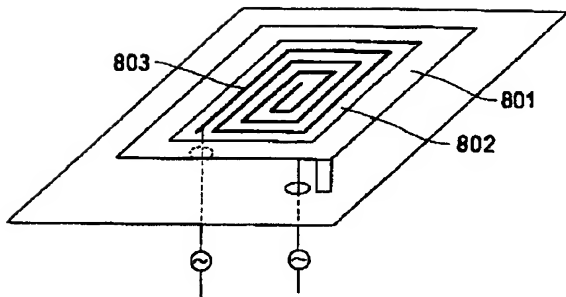


【図 13】

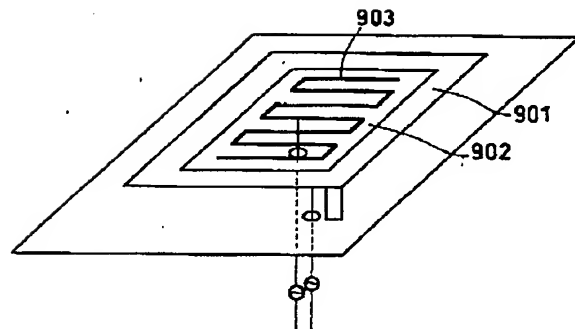




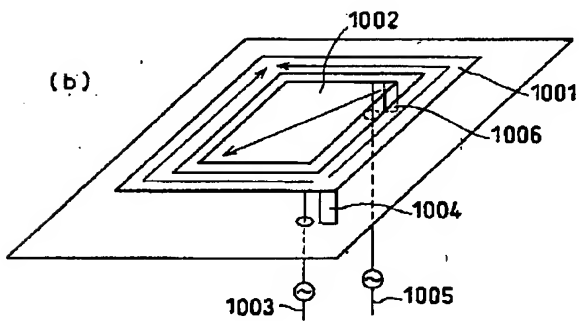
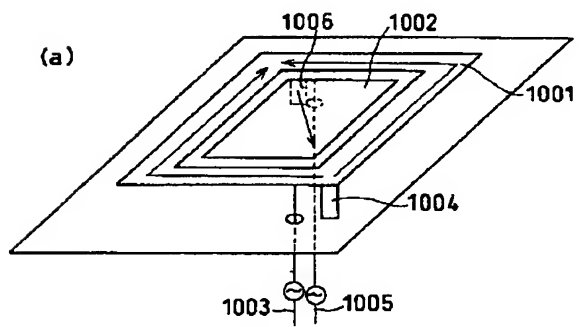
【図 8】



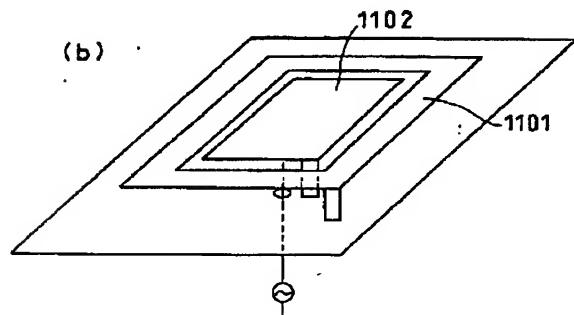
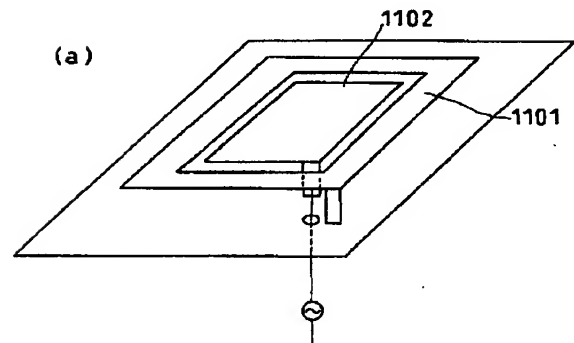
【図 9】



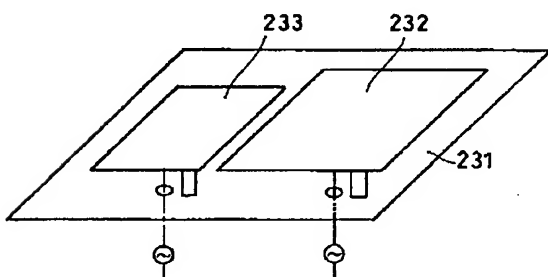
【図 10】



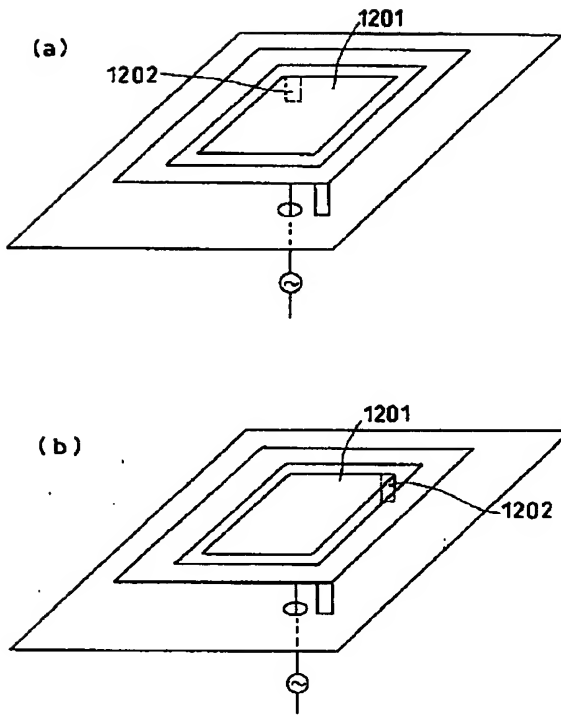
【図 11】



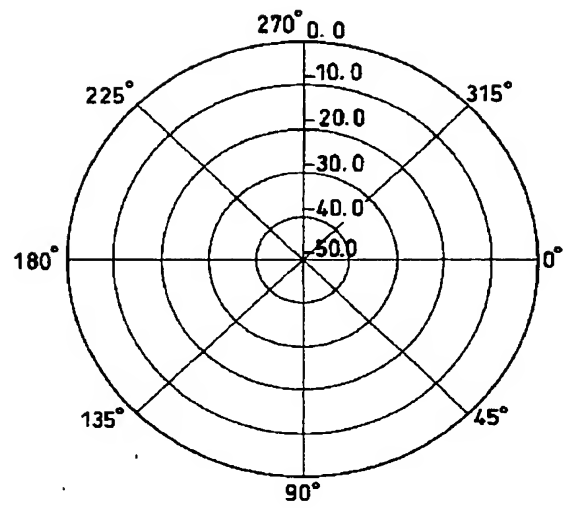
【図 23】



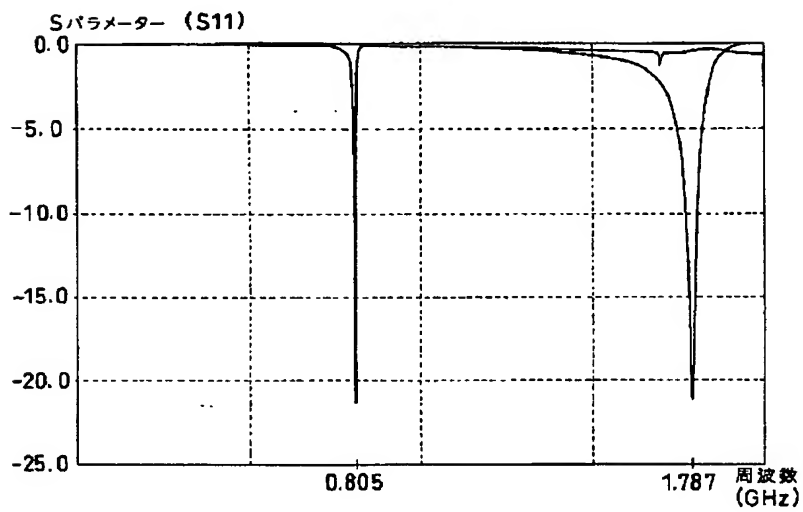
【図12】



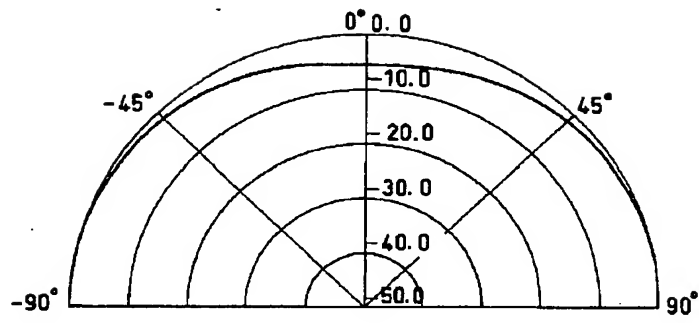
【図16】



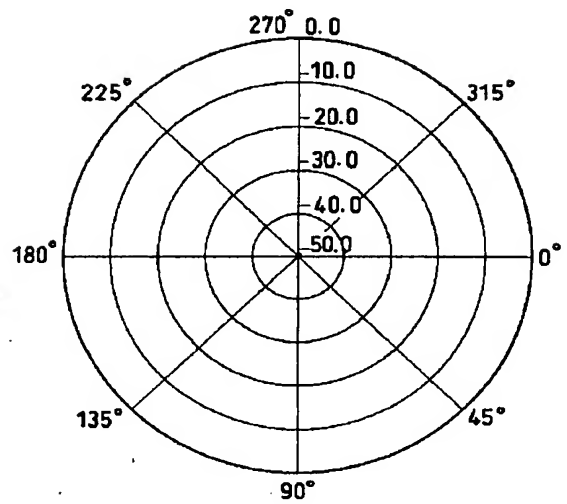
【図15】



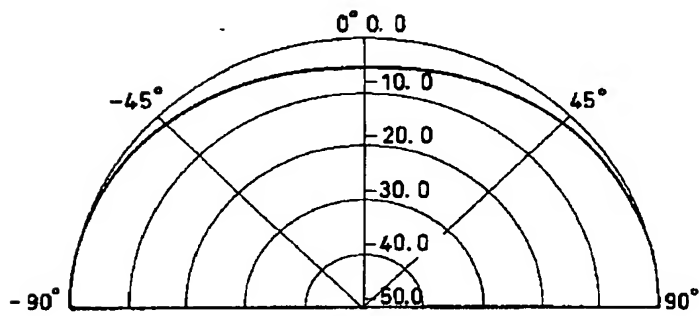
【図 1 7】



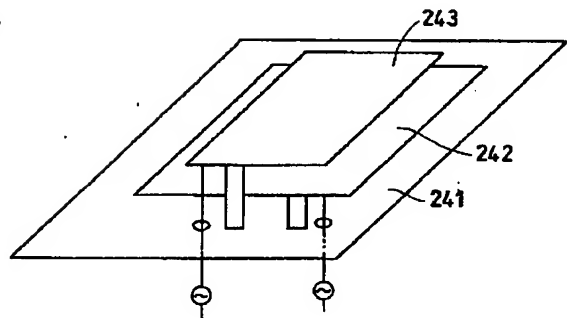
【図 1 9】



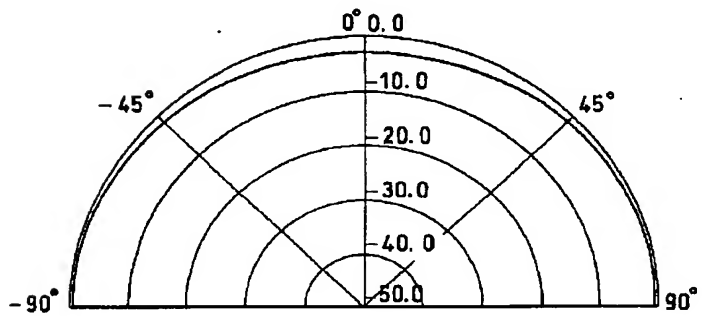
【図 1 8】



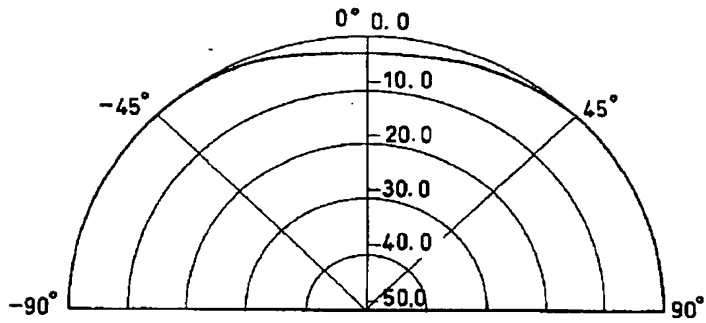
【図 2 4】



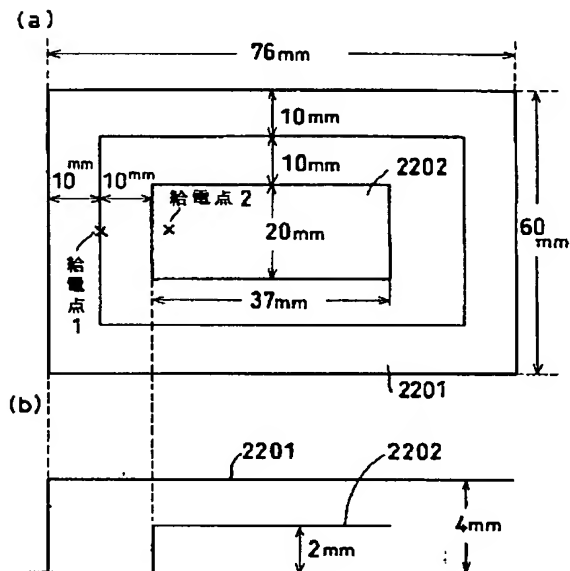
【図 2 0】



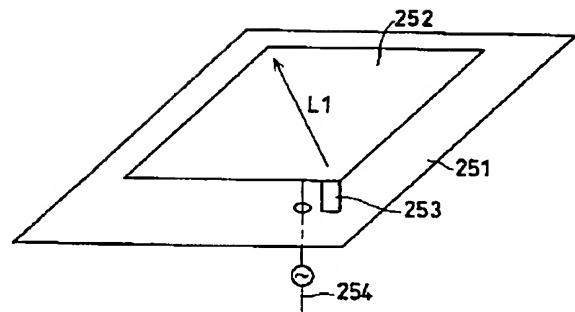
【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 5】



【図 2 6】

